

Физика  
Формули и теореми

Exonaut

2 юни 2021 г.

Съдържание	1
------------	---

## Съдържание

<b>1</b>	<b>Лекция 1: Кинематика</b>	<b>3</b>
1.1	Теория . . . . .	3
1.2	Формули . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Лекция 2: Динамика на материална точка</b>	<b>6</b>
2.1	Теория . . . . .	6
2.2	Формули . . . . .	7
2.3	Константи . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Лекция 3: Механика на идеално твърдо тяло</b>	<b>10</b>
3.1	Теория . . . . .	10
3.2	Формули . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Лекция 4: Термодинамика</b>	<b>14</b>
4.1	Теория . . . . .	14
4.2	Формули . . . . .	16
4.3	Константи . . . . .	18
<b>5</b>	<b>Лекция 5: Молекулна физика</b>	<b>19</b>
5.1	Формули . . . . .	19
5.2	Константи . . . . .	20
<b>6</b>	<b>Лекция 6: Електростатика</b>	<b>21</b>
6.1	Теория . . . . .	21
6.2	Формули . . . . .	22
6.3	Константи . . . . .	24
<b>7</b>	<b>Лекция 7: Електричен ток</b>	<b>25</b>
7.1	Теория . . . . .	25
7.2	Формули . . . . .	26
<b>8</b>	<b>Лекция 8: Магнетизъм</b>	<b>28</b>
8.1	Теория . . . . .	28
8.2	Формули . . . . .	29
8.3	Константи . . . . .	31

Съдържание	2
<b>9 Лекция 9: Вълни</b>	<b>32</b>
9.1 Теория . . . . .	32
9.2 Формули . . . . .	34
<b>10 Лекция 10: Вълни</b>	<b>36</b>
10.1 Теория . . . . .	36
10.2 Формули . . . . .	37

# 1 Лекция 1: Кинематика

## 1.1 Теория

- **Материална точка (МТ)** - Точка с пренебрежителни размери и форма
- **Отправно тяло (ОТ)** - Тяло, спрямо което отчитаме движението
- **Отправна система (ОС)** - ОТ, координатна система и часовник
- **Радиус вектор** - Вектор от началото на ОС до точка. Бележи се с  $\vec{r}(t)$
- **Траектория** - Линия, описвана от МТ при движението ѝ
- **Път** - Дължината на траекторията до края
- **Преместване** - Вектор от началото до края
- **Праволинейно движение** - Движение по едно направление

Понятие	Означение	Мерни единици
Средна скорост	$V(t)$	Основна - $\frac{m}{s}$ , Ползва се и $\frac{km}{h}$
Моментна скорост	$V(t)$	Основна - $\frac{m}{s}$ , Ползва се и $\frac{km}{h}$
Средно ускорение	$a(t)$	$\frac{m}{s^2}$
Моментно ускорение	$a(t)$	$\frac{m}{s^2}$

## 1.2 Формули

- Радиус вектор (x,y,z - координати в тримерното пространство)

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

- Средна скорост

$$\vec{V}_{\text{cp}} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

- Моментна скорост

$$V = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

- Средно ускорение

$$\vec{a}_{\text{cp}} = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

- Моментно ускорение

$$a = \frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2}$$

- Закон за скоростта ( $V_0$  - начална скорост)

$$V = V_0 + at$$

- Закон за движение ( $x_0$  - начален път,  $V_0$  - начална скорост)

$$x = x_0 + V_0 t \pm \frac{at^2}{2}$$

- Скорост при неправолинейно движение

$$V_x = \frac{dx}{dt} \quad V_y = \frac{dy}{dt} \quad V_z = \frac{dz}{dt} \quad V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}$$

- Ускорение при неправолинейно движение

$$a_x = \frac{dV_x}{dt} \quad a_y = \frac{dV_y}{dt} \quad a_z = \frac{dV_z}{dt} \quad a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

- Скорост спрямо ъгъл ( $V_0$  - начална скорост,  $\alpha$  - ъгъл)

$$V_x = V_0 \cos \alpha \quad V_y = V_0 \sin \alpha$$

- Закон за движение при падане

$$y = y_0 + V_{0y}t - \frac{gt^2}{2}$$

- Други формули

$$x = x_0 + Vt \quad V = V_0 \pm at \quad \tan \alpha = \frac{V_y}{V_x}$$

- Превръщане от  $\frac{m}{s}$  в  $\frac{km}{h}$

$$1 \frac{m}{s} = 3.6 \frac{km}{h}$$

## 2 Лекция 2: Динамика на материална точка

### 2.1 Теория

- **I-ви принцип на Нютон:** Всяко тяло запазва състоянието си на покой или на праволинейно равномерно движение, докато външно въздействие не го изведе от това състояние.
- **III-ви принцип на Нютон:** Силите на взаимодействие между две тела са равни по големина и противоположни по посока.
- **Закон на Нютон за гравитацията:** Между всеки две материални точки действа сила на привличане, която е правопрпорционална на произведението на масите им и обратно пропорционална на квадрата на разстоянието между тях.
- **Консервативни сили** - сили, чиято работа не зависи от вида на траекторията, а се определя само от началното и крайното положение. Пример: гравитационната сила, силата на тежестта, еластичните сили, електростатичните сили
- **Закона за запазване на енергията:** В една затворена механична система, в която действат само консервативни сили, пълната механична енергия е константа.

Понятие	Означение	Мерни единици
Маса	$m$	kg
Сила	$\vec{F}$	N (Нютон)
Импулс	$\vec{p}$	$\frac{kg \cdot m}{s}$
Сила на тежестта	$G$	N
Реакция на опората	$N$	N
Сила на триене	$f$	N
Работа	$A$	J (Джаул)
Мощност	$P$	W (Ват)
Кинетична енергия	$E_k$	J
Потенциална енергия	$E_p$	J

## 2.2 Формули

- Импулс

$$\vec{p} = m\vec{V}$$

- II-ри закон на Нютон

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad F = ma$$

- Гравитационна сила

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

- Сила на тежестта (М - маса на земята, R - разстояние до центъра на земята)

$$G = \gamma \frac{mM}{R^2} \quad G = mg$$

- Реакция на опората

$$N = mg$$

- Сила на триене

$$f = kN \quad k(\text{коефициент на триене})$$

- Закон за запазване на импулса (ЗЗИ)

$$\vec{p} = \text{const}$$

- Работа ( $\alpha$  - ъгъл между силата и преместването,  $F_x, F_y, F_z$  - компоненти на силата,  $dx, dy, dz$  - компоненти на преместването.  $\Delta r$  - преместване от един радиус вектор в друг радиус вектор)

$$dA = \vec{F}d\vec{r} = Fdr \cos \alpha \quad dA = F_x dx + F_y dy + F_z dz \quad A = F\Delta r \cos \alpha$$

- Мощност

$$P = \frac{dA}{dt}$$

- Кинетична енергия

$$E_k = \frac{mV^2}{2}$$



- Потенциална енергия ( $h$  - височина над земята)

$$E_p = mgh$$

- Пълна механична енергия на система

$$E = E_k + E_p$$

- Закон за запазване на енергията (ЗЗЕ)

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$$

**2.3 Константы**

Означение	Наименование	Стойност
$\gamma$	гравитационна константа	$6.67 \cdot 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$
$g$	земно ускорение	$\approx 9.8 \frac{m}{s^2}$

### 3 Лекция 3: Механика на идеално твърдо тяло

#### 3.1 Теория

Понятие	Означение	Мерни единици
Ъгъл на завъртане	$\varphi$	
Средна ъглова скорост	$\omega_{\text{cp}}(t)$	$\frac{\text{rad}}{s}$
Моментна ъглова скорост	$\omega(t)$	$\frac{\text{rad}}{s}$
Средно ъглово ускорение	$\alpha_{\text{cp}}(t)$	$\frac{\text{rad}}{s^2}$
Моментно ъглово ускорение	$\alpha(t)$	$\frac{\text{rad}}{s^2}$
Период	$T$	$s$
Честота	$\nu$	$\text{Hz} = \frac{1}{s} \text{ (Херц)}$
Момент на силата	$\vec{M}$	$Nm$
Момент на импулса	$\vec{L}$	$\frac{kg \cdot m^2}{s}$
Инерчен момент	$I$	$kg \cdot m^2$

### 3.2 Формули

- Средна ъглова скорост

$$\vec{\omega}_{\text{cp}} = \frac{\Delta \vec{\varphi}}{\Delta t}$$

- Моментна ъглова скорост

$$\vec{\omega} = \frac{d\vec{\varphi}}{dt}$$

- Средно ъглово ускорение

$$\vec{\alpha}_{\text{cp}} = \frac{\Delta \vec{\omega}}{\Delta t}$$

- Моментно ъглово ускорение

$$\vec{\alpha} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \frac{d^2 \vec{\varphi}}{d^2 t}$$

- Период, честота и връзка между тях

$$\nu \quad T = \frac{1}{\nu} \quad T\nu = 1$$

- Скорост изразена чрез честота и период

$$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$$

- Закон за ъглова скорост ( $\omega_0$  - начална ъглова скорост)

$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$

- Закон за ъглово движение ( $\varphi_0$  - начален път,  $\omega_0$  - начална ъглова скорост)

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{\alpha t^2}{2}$$

- Изминат път изразен чрез ъгъл на завъртане

$$S = R\Delta\varphi$$

- Скорост изразена чрез ъглова скорост

$$V = R\omega$$

- Тангенциално ускорение изразено чрез ъглово ускорение

$$a_t = R\alpha$$

- Нормално ускорение изразено чрез ъглова скорост

$$a_n = \frac{V^2}{R} = \omega^2 R$$

- Момент на силата

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

- Момент на импулса

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = \vec{r} \times m\vec{V} \quad L = \sum_{i=1}^m \vec{L}_i = \sum_{i=1}^m (\vec{r}_i \times \vec{p}_i) \text{ (за система от } n \text{ точки)}$$

- Основно уравнение на динамиката на въртеливи движение

$$\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt}$$

- Закон за запазване на момент на импулса

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = 0 \quad \vec{L} = \text{const}$$

- Инерчен момент

$$I = mr^2, I = \sum_{i=1}^m m_i r_i^2$$

- Момент на импулса (2)

$$L = I\omega$$

- Основно уравнение (2)

$$M = I\alpha$$

- Кинетична енергия

$$E_k = \frac{I\omega^2}{2}$$

- Работа

$$dA = Md\varphi$$

## 4 Лекция 4: Термодинамика

### 4.1 Теория

- **Термодинамична система** - наричаме тяло или система от тела, съставени от голям брой частици. Телата взаимодействат и обменят енергия както помежду си, така и с външната среда.
- **Термодинамично равновесие** - ако параметрите не променят стойностите си и в системата няма потоци.
- **Идеален газ** - газ на който собственият обем на молекулите се пренебрегва и между молекулите няма сили на взаимодействие.
- Видове процеси
  - Изотермен - температурата е постоянна.
  - Изобарен – налягането е постоянно.
  - Изохорен - обемът е постоянен.
  - Адиабатен - няма топлообмен с околната среда.
- **I-ви принцип на термодинамиката** - Ако на една термодинамична система предадем определено количество топлина  $Q$ , то се изразходва за изменение на вътрешната енергия  $\Delta U$  и за извършване на работа  $A$ .
- Видове процеси
  - **Равновесен процес** - процес, при който термодинамичната система преминава през последователност от равновесни състояния. Само безкрайно бавни процеси могат да се разглеждат като равновесни.
  - **Обратим процес** - протича в права и обратна посока през едни и същи междинни положения.
  - **Кръгов процес (цикъл)** - процес, при който термодинамичната система се връща в началното си положение.
- **Цикъл на Карно** - цикъл с 2 изотермни и 2 адиабатни процеса
- **II-ри принцип на термодинамиката**

- Формулировка на Клаузиус (1850г.): **Не е възможен термодинамичен процес, единственият краен резултат от който да е предаване на количество топлина от термодинамична система с по-ниска температура на термодинамична система с по-висока температура.**
- Формулировка на Келвин (1851г.): **Не е възможен кръгов процес, единственият краен резултат от който е извършване на работа за сметка на охлаждане на една термодинамична система.**

Понятие	Означение	Мерни единици
Обем	$V$	$m^3$
Налягаме	$p$	Pa (Паскал) = $\frac{N}{m^2}$
Температура	$t, T$	t - C (Целзий), T - K (Келвин)
Маса на газа	$m$	kg
Моларна маса	$M$	$\frac{g}{mol}, \frac{kg}{mol}$
Брой молове	$\nu$	mol
Количество топлина	$Q$	J
Вътрешна енергия	$U$	J
Топлинен капацитет	$C$	$\frac{J}{kg \cdot K}$
Моларен топлинен капацитет	$C_m$	$\frac{J}{kg \cdot K}$
Топлинен капацитет при пост. обем	$C_V$	$\frac{J}{kg \cdot K}$
Топлинен капацитет при пост. налягане	$C_p$	$\frac{J}{kg \cdot K}$
Коефициент полезно действие (КПД)	$\eta$	%



## 4.2 Формули

- Налягане( $S$  - площ)

$$p = \frac{F}{S}$$

- Връзка между температура в Целзий и Келвин

$$T = t + 273$$

- Закон на Бойл-Мариот( $T = const, N = const$ ,  $N$  - брой частици)

$$pV = const \quad p_1V_1 = p_2V_2 \text{ (за две състояния)}$$

- Закон на Шарл ( $V = const, N = const$ )

$$\frac{p}{T} = const \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \text{ (за две състояния)}$$

- Закон на Гей-Люсак( $p = const, N = const$ )

$$\frac{V}{T} = const \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \text{ (за две състояния)}$$

- Закон на Далтон (Смес от няколко газа,  $p_1, p_2, \dots$  - налягания на газовете в сместа (парциално налягане))

$$p = p_1 + p_2 + \dots p_n$$

- Уравнение за състоянието на идеален газ (Закон на Клапейрон - Менделеев)

$$pV = \nu RT$$

- I-ви принцип на термодинамиката

$$Q = \Delta U + A \quad \delta Q = dU + \delta A \Leftrightarrow \delta Q = dU + pdV \text{ (за безкрайно малки измерения)}$$

- Топлинен капацитет

$$C = \frac{Q}{m\Delta T}$$

- Моларен топлинен капацитет

$$C_m = \frac{Q}{\nu \Delta T} \quad C_m = \frac{\delta Q}{dT} \quad C_m = \frac{dU + pdV}{dT}$$

- Топлинен капацитет при постоянен обем

$$dV = 0 \implies C_V = \frac{dU}{dT}$$

- Топлинен капацитет при постоянно налягане

$$dp = 0 \implies C_p = \frac{dU + pdV}{dT} = \frac{dU}{dT} + p \frac{dV}{dT} = C_V + p \frac{dV}{dT} \left( p \frac{dV}{dT} = R(\text{ур-е на състоянието}) \right)$$

- Изопроцеси и работа при тях

Процес	Изобарен	Изохорен	Изотермен	Адиабатен
Осн. зависимости	$V = V_0 \alpha T$	$p = p_0 \alpha T$	$pV = \text{const}$	$pV^\gamma = \text{const}$
I-ви принцип на ТД	$\delta Q = dU + \delta A$	$\delta Q = dU$	$\delta Q = \delta A$	$dU = -\delta A$
Работа	$A = p(V_2 - V_1)$	$A = 0$	$A = \nu RT \ln \frac{V_2}{V_1}$	$A = \nu C_V (T_1 - T_2)$

- 

- Уравнение на Майер

$$C_p = C_V + R$$

- Коефициент полезно действие (КПД)

$$\eta = \frac{A}{Q}$$

- КПД на цикъл на Карно

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

**4.3 Константи**

Означение	Наименование	Стойност
$\alpha$	коэффициент на температурата	$\frac{1}{273} K^{-1}$
$N_A$	Число на Авогадро	$6.022 \cdot 10^{-23} mol^{-1}$
R	Универсална газова константа	$8.314 \frac{J}{mol \cdot K}$

## 5 Лекция 5: Молекулна физика

### 5.1 Формули

- Основно уравнение на молекулно-кинетичната теория (N - брой молекули,  $\overline{v_i}$  - средна скорост на една молекула)

$$pV = \frac{1}{3} N m \overline{v_i^2}$$

- Средна кинетична енергия на молекулите

$$\overline{E_k} = \frac{m \overline{v_i^2}}{2}$$

- Основно уравнение на молекулно-кинетичната теория(2)

$$pV = \frac{2}{3} N \overline{E_k}$$

- Основно уравнение на молекулно-кинетичната теория при  $N = N_A$

$$pV = \frac{3}{2} k \overline{E_k}$$

- Вътрешна енергия на идеален газ

$$U = \sum_{i=1}^N E_{ki} = N \overline{E_k}$$

- Представяне на налягане чрез температура (n - концентрация, N - брой молекули)

$$p = nkT, \quad n = \frac{N}{V}$$

- Функция на разпределение на Максвел

$$f(v) = 4\pi \left( \frac{m}{2\pi kT} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot v^2 \cdot \exp \left( -\frac{mv^2}{2kT} \right)$$

- Разпределение на Болцман ( $n_0$  - концентрация при  $E_p = 0$ )

$$n = n_0 \cdot \exp \left( -\frac{E_p}{kT} \right)$$

**5.2 Константы**

Означение	Наименование	Стойност
k	Константа на Болцман	$k = \frac{R}{N_A} = 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$

## 6 Лекция 6: Електростатика

### 6.1 Теория

- **Интензитетът** е силова характеристика на полето.
- **Принцип на суперпозицията**: всеки заряд създава електрично поле независимо от наличието на други заряди.
- **Еднородно (хомогенно) поле**: интензитетът е един и същ за всяка точка от полето.
- **Силовии линии**: показват посоката на интензитета; излизат от  $+$  и влизат в  $-$ ; по-силно поле се изобразява като силовите линии се чертаят по нагъсто
- **Закон на Гаус**: Потокът на интензитета през затворена повърност е равн на затворения в повърхността заряд разделен на  $\epsilon_0$
- **Проводници**: провеждат ток, имат свободни електрони.
- **Кондензатор**: система от два проводника, разделени от диелектрик, заредени с равни по големина и различни по знак заряди и с такава форма и разположение при която ел. поле е между проводниците.
- **Диелектрици (Изолатори)**: нямат свободни заряди.

Понятие	Означение	Мерни единици
Заряд	$q, Q, q_t$ (пробен заряд)	$C$ (Кулон)
Относителна диел. прониктаемост	$\epsilon_r$	
Интензитет	$\vec{E}$	$\frac{N}{C}$
Поток на интензитета	$\Phi_E$	??
Потенциална енергия	$W(r)$	$J$
Потенциал	$\varphi$	$V$ (Волт)
Напрежение (Потенциална разлика)	$U$	$V$
Капацитет на кондензатор	$C$	$F$ (Фарад)

## 6.2 Формули

- Закон на Кулон във вакуум

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad \text{По някога: } F = \frac{k q_1 q_2}{r^2}, \quad k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

- Закон на Кулон във среда

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r r^2} \quad \text{По някога: } F = \frac{k q_1 q_2}{r^2}, \quad k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r}$$

- Интензитет на поле

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_t} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

- Поток на интензитета

$$d\Phi_E = E \cdot dS \cdot \cos \alpha \quad \Phi_E = \int E \cdot dS \cdot \cos \alpha$$

- Закон на Гаус

$$\Phi_E = \frac{q}{\epsilon_0} \quad \Phi_E = \frac{\sum q}{\epsilon_0} \text{ (повече от един заряд)}$$

- Потенциална енергия

$$W(r) = \frac{qq_t}{4\pi\epsilon_0 r}$$

- Работа на електростатично поле

$$A = - \left( \frac{qq_t}{4\pi\epsilon_0 r_1} - \frac{qq_t}{4\pi\epsilon_0 r_2} \right) \quad A = -(W_2 - W_1)$$

- Потенциал

$$\varphi = \frac{W}{q_t} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

- Напрежение

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 \quad U = \frac{A}{q_t}$$

- Интензитет на поле

$$E_x = -\frac{d\varphi}{dx}$$

- Капацитет на кондензатор (обща формула)

$$C = \frac{q}{U}$$

- Капацитет на въздушен кондензатор (d - разстояние между плочи, S - площ на плоча)

$$C = \varepsilon_0 \frac{S}{d}$$

- Капацитет на плосък кондензатор (d - разстояние между плочи, S - площ на плоча)

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{S}{d}$$



**6.3 Константи**

Означение	Наименование	Стойност
$e$	Заряд на електрона	$e = 1.6 \cdot 10^{-19} C$
$\varepsilon_0$	Електрична константа	$\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$
$k$		$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9 Nm^2$

## 7 Лекция 7: Електричен ток

### 7.1 Теория

- **Електродвижещо напрежение(ЕДН)**: работата на страничните сили за пренасяне на заряд срещу силите на електричното поле разделена на големината на пренесения заряд.

Понятие	Означение	Мерни единици
Електричен ток	$I$	(Ампер)
Плътност на тока	$j$	$\frac{A}{m^2}$
Електродвижещо напрежение(ЕДН)	$\varepsilon$	$V$ (волт)
Съпротивление	$R$	$\Omega$ (Ом)
Специфично съпротивление	$\rho$	$\Omega \cdot m$

## 7.2 Формули

- Електричен ток

$$I = \frac{dq}{dt} \quad I = \frac{q}{t} (\text{постоянен ток})$$

- Плътност на тока

$$j = \frac{dI}{dS_{\perp}} \quad j = \frac{I}{S} (\text{постоянен ток}) \quad I = jS$$

- Електродвижещо напрежение (ЕДН)

$$\varepsilon = \frac{\text{странични}}{q}$$

- Закон на Ом за част от верига (познато като "URI - URItarted")

$$R = \frac{U}{I} \implies U = RI \quad I = \frac{U}{R}$$

- Специфично съпротивление (l - дължина на провидника, S - напречно сечение)

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

- Закон на Ом за цялата верига (R - общо съпротивление на веригата, r - съпротивление на източника)

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

- Работа

$$A = \int_{t_1}^{t_2} UI \, dt \quad A = UI t (\text{постоянен ток})$$

- Мощност

$$P = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

- Закон на Джаул-Ленц

$$Q = I^2 R dt = \frac{U^2}{R} dt \quad Q = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t$$

- Последователно свързване на n консуматора

$$I = const \quad U = \sum_{i=1}^n U_i \quad R = \sum_{i=1}^n R_i$$

- Успоредно (паралелно) свързване на n консуматора

$$I = \sum_{k=1}^n I_k \quad U = const \quad \frac{1}{R} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k}$$

## 8 Лекция 8: Магнетизъм

### 8.1 Теория

- **Магнитни полета:** създават се от постоянни магнити или електричен ток
- Магнит има два полюса: северен (N) и южен (S). Еднакви полюси се отблъскват, различните се привличат.
- **Правило на дясната ръка (за прав проводник):** Палецът на дясната ръка сочи посоката на тока, свитите пръсти сочат посоката на магнитната индукция.
- **Закон на Ампер:** Циркулацията по произволен затворен контур е равна на алгебричната сума от токовете пронизващи контура
- **Закон на Фарадей:** Явлението, при което в затворен проводников контур протича ток при промяна на магнитния поток през контура се нарича електромагнитна индукция.
- **Правило на Ленц:** Индуцираният ток има такава посока, че създаденото от него магнитно поле се противопоставя на измененията на външния магнитен поток.
- **Генератор:** В магнитно поле с индукция  $B$  е поставен проводник, заграждащ площ  $A$ . Ако рамката с проводника се върти, ъгълът  $\varphi$  се променя, променя се и магнитния поток, следователно в проводника се индуцира ток.

Понятие	Означение	Мерни единици
Магнитна индукция	$\vec{B}$	$T$ (Тесла)
Интензитет на магнитното поле	$\vec{H}$	$\frac{A}{m}$
Относителна магнитна проницаемост	$\mu_r$	
Поток на магнитната индукция	$\Phi$	

## 8.2 Формули

- Връзка между магнитна индукция и интензитет на магнитното поле

$$\vec{B} = \mu_0 \mu_r \vec{H}$$

- Закон на Био-Савар ( $dL$  - дължина на проводника,  $r$  - разстояние от полето,  $I$  - ток )

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 \mu_r I (d\vec{L} \times \vec{r})}{4\pi r^3}$$

- Закон на Био-Савар за безкрайно дълъг прав проводник

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \mu_r I}{2\pi b}$$

- Циркулация на вектора на магнитно поле ( $dL$  - участък от крива)

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l}$$

- Закон на Ампер

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \mu_r \sum I$$

- Магнитно поле на соленоид (макара, на която е навит проводник с ток) ( $n$  - брой навивки  $N$  за дължината  $L$ )

$$B = \mu_0 \mu_r n I \quad n = \frac{N}{L}$$

- Сила на Лоренц ( $q$  - заряд,  $v$  - скорост)

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} = qvB \sin \alpha$$

1.  $\vec{v} \parallel \vec{B}$  - Праволинейно равномерно движение.

$$\vec{v} \parallel \vec{B} \implies \alpha = 0 \implies \sin \alpha = 0 \implies F = 0$$

2.  $\vec{v} \perp \vec{B}$  - Движението е по окръжност, чиято посока зависи от заряда

$$\vec{v} \perp \vec{B} \implies \alpha = \frac{\pi}{2} \implies \sin \alpha = 1 \implies F = qvB$$

3. Произволен ъгъл - Тогава векторът на скоростта може да се разложи на две компоненти: успоредна на  $\vec{B}$  и перпендикулярна на  $\vec{B}$ . Успоредната компонента предизвиква равномерно праволинейно движение, перпендикулярната: движение по окръжност. Резултат: движение по винтова линия.

- Брой електрони в участък с дължина  $dl$ . ( $S$  - сечение,  $n$  - концентрация)

$$N = nSdl$$

- Сила, действаща на проводник

$$d\vec{F} = Id\vec{l} \times \vec{B} \quad d\vec{l} \perp \vec{B} \implies d\vec{F} = Id\vec{l}\vec{B}$$

- Поток на магнитна индукция ( $dA$  - площ)

$$d\Phi = \vec{B} \cdot d\vec{A} = B dA \cos \varphi \quad \Phi = \oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0 \text{ затворена повърхност}$$

- Закон на Фарадей ( $\varepsilon_i$  - ЕДН)

$$\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

- Генератор ( $\omega$  - ъглова скорост,  $\varphi = \omega t$  - ъгъл на завъртане,  $\Phi = BA \cos \omega t$ )

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(BA \cos \omega t)}{dt} = -BA \sin \omega t$$

**8.3 Константы**

Означение	Наименование	Стойност
$\mu_0$	Магнитна константа	$\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$



## 9 Лекция 9: Вълни

### 9.1 Теория

- **Трептения:** движения или процеси, които се характеризират с някаква степен на повтораемост.
- **Период:** интервалът време, през който се повтарят стойностите на величините, които характеризират трептенията
- **Честота:** броят на трептенията за единица време
- **Амплитуда:** максималното отклонение от равновесното положение
- **Хармонични трептения:** трептения, които се описват със синусов или косинусов закон
- **Собствени трептения:** Трептения на система, в която не действат външни сили.
- **Затихващи трептения:** Трептение, чиято амплитуда намалява с времето.
- **Резонанс:** Явлението, при което амплитудата на принудените трептения нараства, когато кръговата честота на външната сила се доближи до собствената кръгова честота.
- **Вълни:** Процесът на разпространение на трептенията в пространството.
- **Напречни вълни:** посоката на разпространение е перпендикулярна на посоката на трептене на частиците
- **Надлъжни вълни:** посоката на разпространение съвпада с посоката на трептене на частиците
- **Обемни вълни:** разпространяват се в еднородна среда
- **Повърхнинни вълни:** разпространяват се по границата на две среди

- **Дължина на вълната:** разстоянието между два максимума на вълната в пространството (във времето е период)
- **Принцип на суперпозицията:** при разпространение в една среда на няколко вълни, всяка от тях се разпространява независимо от другите. Трептенията на частиците в средата са сума от трептенията предизвикани от всяка вълна.
- **Кохерентни вълни:** фазовата разлика не се изменя с времето
- **Интерференция:** При наслагване на няколко кохерентни вълни се получава усилване или отслабване на трептенията в различни точки на пространството.

Понятие	Означение	Мерни единици
Период	$T$	$s$
Честота	$f, \nu$	$Hz$
Кръгова честота	$\omega_0$	$Hz$
Дължина на вълната	$\lambda$	$m$
Интензитет на вълната	$I$	$\frac{J}{m^2 \cdot s} = \frac{W}{m^2}$

## 9.2 Формули

- Връзка между честота и период

$$\nu = \frac{1}{T}$$

- Хармонично трептение ( $\Phi = \omega_0 t + \varphi_0$  - фаза,  $\varphi_0$  - начална фаза)

$$x = A \cos(\omega_0 t + \varphi_0) \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = 2\pi\nu \text{ кръгова честота}$$

- Кинетична енергия на хармоничните трептения ( $v = x'$ )

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{1}{2}mA^2\omega_0^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi_0)$$

- Потенциална енергия на хармоничните трептения ( $a = x''$ )

$$E_p = ma = mA^2\omega_0^2 \cos^2(\omega_0 t + \varphi_0)$$

- Пълна енергия на хармоничните трептения

$$E = E_k + E_p = \frac{1}{2}mA^2\omega_0^2$$

- Затихващи трептения ( $\beta$  - коефициент на затихване,  $b$  - коефициент на пропорционалност)

$$x = Ae^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi_0) \quad \beta = \frac{b}{m} \quad \omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$$

- Резонанс

$$x = A \cos(\omega_F t + \varphi) \quad \omega_F = \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2}$$

- Уравнение на плоска вълна ( $\omega t - kx$  - фаза на вълната)

$$y = A \cos(\omega t - kx) \quad k = \frac{\omega}{v} \text{ вълново число}$$

- Връзка между дължина, честота и скорост на вълната

$$v = \lambda\nu \quad v = \frac{\lambda}{T}$$

- Интензитет на вълната

$$I = \frac{E}{St}$$

- Стоящи вълни

$$\left| \begin{array}{l} y_1 = A \cos(\omega t - kx) - \text{падаща вълна} \\ y_2 = A \cos(\omega t + kx) - \text{отразена вълна} \end{array} \right. \implies y = y_1 + y_2 = 2A \cos(kx) \cos(\omega t)$$

- Условие за възел на стояща вълна

$$x = \frac{(2m+1)}{4} \lambda$$

## 10 Лекция 10: Вълни

### 10.1 Теория

- **Интерференция на светлина:** наслагването на светлинни вълни, при което в едни точки на пространството възникват минимума на интензитета на светлината, а в други точки – максимуми.
- **Кохерентност:** Две вълни са кохерентни, ако разликата на техните фази остава постоянна във времето
- **Дифракция на светлина:** отклонението на светлината от праволинейното разпространение в еднородна среда при среща на прегради и преминаване през отвори с размери, съизмерими с дължината на вълната.
- **Принцип на Хюгенс:** Всяка точка от вълновия фронт на една вълна се разглежда като точков източник на вторични сферични вълни
- **Дифракционна решетка:** пластинки с голям брой процепи, разположени на равни разстояния
- **Поляризация:** векторът на електричното поле трепти само в едно направление

## 10.2 Формули

- Интерференция на светлина

$$\begin{cases} y_1 = A \cos(\omega t - k_1 x_1) \\ y_2 = A \cos(\omega t + k_2 x_2) \end{cases} \Rightarrow y = y_1 + y_2 = 2A \cos\left(\frac{k_2 x_2 - k_1 x_1}{2}\right) \cos\left(\omega t - \frac{k_2 x_2 + k_1 x_1}{2}\right)$$

- Условия за интерференчен максимум и минимум

$$\Delta = m\lambda \Rightarrow \max \quad \Delta = \frac{(2m+1)\lambda}{2} \Rightarrow \min \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

- Условия за интерференчен максимум и минимум от опыта на Юнг

$$x_{\max} = \frac{m\lambda}{d} S \quad x_{\min} = \frac{(2m+1)\lambda}{2d} S \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

- Условия за интерференчен максимум и минимум на плоска вълна

$$d \sin \varphi = \frac{(2m+1)\lambda}{2} \Rightarrow \max \quad d \sin \varphi = m\lambda \Rightarrow \min \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

- Условия за интерференчен максимум и минимум при дифракционна решетка

$$d \sin \varphi = m\lambda \Rightarrow \max \quad d \sin \varphi = \frac{(2m+1)\lambda}{2} \Rightarrow \min \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

- Закон на Малюс ( $I \propto E^2$ )

$$E^2 = E_0 \cos^2 \alpha \Leftrightarrow I = I_0 \cos^2 \alpha$$

- Поляризация чрез ъгъл на падане, отражение

$$\tan \alpha = n$$